RADIACIÓN NATURAL

Antes de proceder con la evaluación de los efectos biológicos de la radiación, es conveniente familiarizarse con el tipo de fuentes radiactivas que podemos encontrar, así como con su orden de magnitud. Comenzamos por las fuentes de radiación conocidas por el nombre genérico de naturales.

Los términos natural y radiación han adquirido en el uso popular significados y connotaciones casi opuestas. Desde este punto de vista, natural representa algo bueno y saludable, mientras que radiación es algo maligno y dañino. En nuestro caso, debemos tratar con estos términos de una manera objetiva y cuantificable. A este nivel, los dos tipos de radiación natural y hecha por el hombre son idénticos.

Si procedemos a cuantificar las fuentes de radiación naturales existentes, el hecho es que la mayor parte de la radiación a que está expuesto el hombre es natural.

De hecho, si descontamos la exposición a los rayos X en medicina, entonces más del 99% de la radiación que afecta al hombre es natural. Incluso los rayos X médicos constituyen menos de $1/3$ del fondo de radiación estándar. El hombre lleva expuesto a estos niveles de radiación desde sus orígenes, cuando los niveles de radiación eran más altos.

Los niveles de radiación a que estamos expuestos cotidianamente poseen las siguientes características:

* Los niveles de radiación naturales son de una magnitud considerable. >
* Esto es, son considerables comparados con nuestra habilidad para medir la radiación y también comparados con los límites de radiación impuestos por las regulaciones sobre protección.

La tabla 2 sumariza las fuentes de radiación naturales más importantes a las que está expuesto el ciudadano medio. Están divididas en dos categorías: fuentes externas e internas.

**Tabla 2:** Fuentes de radiación naturales   
(dosis anuales medias)

|  |  |
| --- | --- |
| **Fuentes externas** |  |
| Rayos cósmicos | $\sim 40$ mrem |
| Radiación terrestre | $\sim 30$ a 70 mrem |
| **Fuentes internas** |  |
| $^{40}$K | $\sim 20$ mrem |
| Elementos pesados | $\sim 8$ mrem |
| $^{12}$C | $\sim 1$ mrem |

#### Los rayos cósmicos.

Consideremos en primer lugar las fuentes externas. La radiación cósmica es un nombre genérico que agrupa un amplio rango de partículas que provienen del espacio exterior e inciden sobre la alta atmósfera de nuestro planeta. Algunas de ellas son partículas cargadas (principalmente protones y $\alpha$s) con energıas usualmente en el intervalo de 100 a 100000 MeV, aunque han llegado a observarse energıas de hasta $10^{14}$ MeV. Tales energıas son enormes comparadas con las energıas tıpicas de las desintegraciones nucleares ($\sim 10$ MeV).

Cuando estas partículas golpean los niveles superiores de la atmósfera es virtualmente posible cualquier reacción que no viole los principios de conservación básicos. En su interacción, estas partículas producen cascadas de partículas cargadas y neutras.

Dada la elevada energıa de los rayos cósmicos, algunas de las partículas secundarias logra atravesar la atmósfera, produciendo un fondo de radiación a nivel del mar, suficiente para exponernos a una dosis de $\sim 30$ mrem$/$año. Esta dosis aumenta con la altitud. Por ejemplo, en Denver la dosis alcanza los $\sim 60$ mrem$/$año, mientras que en Lima es de $\sim 100$ mrem$/$año. Por la misma razón los pilotos, azafatas y usuarios frecuentes de viajes aéreos están expuestos niveles de radiación más elevados.

#### Radiación terrestre.

La segunda fuente de radiación universalmente distribuida e inevitable la constituyen los isótopos radiactivos del interior de la corteza terrestre. Existen alrededor de 70 isótopos radiactivos naturales, que pueden dividirse en dos categorías:

* Los núcleos primordiales, que existen desde los orígenes de la tierra. Se estima (parcialmente en base a la evidencia que proporcionan estos isótopos) que la tierra se formó hace $\sim 4.9\times 10^{9}$ años. Los isótopos radiactivos capaces de sobrevivir tal cantidad de tiempo, deben tener una vida media particularmente grande. Los más comunes son:

$^{238}$U ( $T_{1/2}=4.5\times 10^9$ años)

$^{235}$U ( $T_{1/2}=7.5\times 10^8$ años)

$^{232}$Th ( $T_{1/2}=1.4\times 10^{10}$ años)

$^{40}$K ( $T_{1/2}=1.3\times 10^9$ años)

La mayoría de los isótopos primordiales pertenecen al grupo de los metales pesados. Esto explica por qué los suelos rocosos, ricos en metales pesados, poseen un fondo de radiactividad más alto. La excepción es el $^{40}$K. El potasio es un elemento muy común que es un componente esencial del tejido orgánico. Es, por lo tanto, un hecho, que nosotros somos radiactivos y podemos ser considerados como fuentes radiactivas. Esto pone de manifiesto la necesidad de cuantificar los fenómenos asociados a la radiactividad. (En caso contrario se llegarían a plantear situaciones absurdas. Por ejemplo, en cierto estado de USA se presentó un proyecto de ley que prohibía que ningún material radiactivo cruzara la frontera del estado. Afortunadamente se le hizo notar al comité correspondiente que, en caso de que dicha ley se aprobara, ninguna persona podría salir ni entrar del estado.)

* La otra categoría de isótopos radiactivos terrestres está asociada a la acción de los rayos cósmicos. Estas partículas generan del orden de 25 especies de núcleos radiactivos que eventualmente se depositan en la superficie terrestre. Uno de los más interesantes es el $^{14}$C, que se produce por la interacción del nitrógeno atmosférico con los neutrones cósmicos. El $^{14}$C tiene una vida relativamente corta, de 5730 años. Químicamente es indistinguible de los átomos de carbón normales y es, por tanto, incorporado por los organismos biológicos, especialmente las plantas, formando parte de sus tejidos. Posteriormente, tras la muerte de la planta, ésta deja de absorber C de la atmósfera y el número de núcleos de $^{14}$C que contiene va disminuyendo por desintegración. La concentración de este isótopo sirve como indicación de la fecha en que se detuvo el proceso de absorción de C. Esta es la base del método de datación del $^{14}$C.

La radiación terrestre es menos uniforme que la radiación cósmica. Allá donde la corteza del manto terrestre está al descubierto, generalmente el fondo de radiación terrestre es mayor. La dosis media puede variar entre $\sim 15$ a $\sim 200$ rem, dependiendo del lugar. Existen localizaciones específicas, por ejemplo en ciertos puntos de Brasil y La India, donde existen vetas de torio próximas a la superficie, donde el fondo de radiación terrestre puede alcanzar los 20000 mrem por año.